

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-083999

(43)Date of publication of application : 18.03.2004

(51)Int.Cl.

B22F 3/02

B22F 3/00

H01F 1/08

H01F 41/02

// H01F 1/053

(21)Application number : 2002-246919

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 27.08.2002

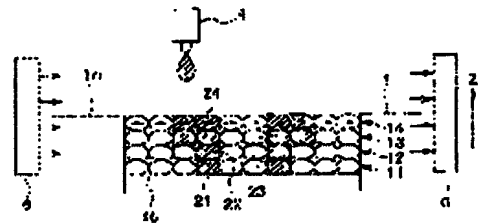
(72)Inventor : IWATA YUJI

(54) PRODUCTION METHOD OF STRUCTURES, PRODUCTION METHOD OF MAGNETIC SUBSTANCE, AND MANUFACTURING APPARATUS OF STRUCTURES

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and device to manufacture structures of complicated form, such as a magnet without using a die.

SOLUTION: A magnet (structure) is manufactured through a powder layer forming process which forms powder layers 11, 12, 13, and 14 which consist of a powdery magnetic material, and a binder discharging process which forms a divider 24 by discharging liquid droplets containing a binder to a part corresponding to one divider 24 of two or more divider 21, 22, 23, 24, etc. which are made by dividing powder layers 11, 12, 13, and 14 into two or more layers to form a magnet of three-dimensional shape by planes cut in parallel mutually, and a precursor forming process which laminates and forms to make the divider 21, 22, 23, 24, etc. one by one by repeating the powder layer forming process and the binder discharging process two or more times, and forms a precursor of magnet, and a magnetization process which magnetize the precursor by applying a magnetic field.



English abstract
of Document 3)

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-83999

(P2004-83999A)

(43) 公開日 平成16年3月18日(2004.3.18)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 F 3/02	B 2 2 F 3/02	Z 4 K O 1 8
B 2 2 F 3/00	B 2 2 F 3/02	R 5 E O 4 0
H O 1 F 1/08	B 2 2 F 3/00	D 5 E O 6 2
H O 1 F 41/02	H O 1 F 1/08	A
// H O 1 F 1/053	H O 1 F 41/02	G

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2002-246919 (P2002-246919)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成14年8月27日 (2002.8.27)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅善
		(74) 代理人	100107076
			弁理士 藤網 英吉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(72) 発明者	岩田 裕二
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	4K018 AA11 AA27 CA01 CA04 CA07 CA44 KA45

最終頁に続く

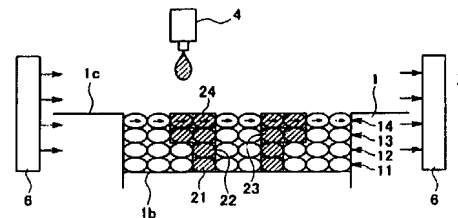
(54) 【発明の名称】 構造物の製造方法、磁性体の製造方法ならびに構造物の製造装置

(57) 【要約】

【課題】金型を使用せずに、磁石等、複雑な形状の構造体を製造する。

【解決手段】粉体状の磁性材料からなる粉体層11、12、13、14を形成する粉体層形成工程と、粉体層11、12、13、14の、得ようとする磁石の立体形状を互いに平行な切断面で複数の層に分割してなる複数の分割体21、22、23、24…のうちの1つの分割体24に対応する領域に対して、バインダーを含む液滴を吐出することによって該分割体24を形成するバインダー吐出工程と、粉体層形成工程およびバインダー吐出工程を複数回繰り返すことにより、分割体21、22、23、24…を順次積層形成して、磁石の前駆体を形成する前駆体形成工程と、前駆体に磁場をかけて磁化する磁化工程を経て磁石（構造体）を製造する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

粉体状の構成材料からなる粉体層を形成する粉体層形成工程と、
前記粉体層に対して、バインダーを含む液滴を吐出するバインダー吐出工程と、
前記液滴が吐出された前記粉体層を順次積層形成して、所定の形状を有する構造物を形成する構造物形成工程と、
を有することを特徴とする構造物の製造方法。

【請求項 2】

粉体状の磁性材料からなる粉体層を形成する粉体層形成工程と、
前記粉体層に対して、バインダーを含む液滴を吐出するバインダー吐出工程と、
前記粉体層を順次積層して、磁性体の前駆体を形成する前駆体形成工程と、
前記前駆体に磁場をかけて磁化する磁化工程と、
を有することを特徴とする磁性体の製造方法。

10

【請求項 3】

前記磁性材料が磁気異方性を有する材料であり、前記粉体層に対して磁場をかける励磁工程を有し、

前記前駆体形成工程においては、前記粉体層形成工程、前記励磁工程および前記バインダー吐出工程を複数回繰り返すことを特徴とする請求項 2 記載の磁性体の製造方法。

【請求項 4】

複数回行われる励磁工程の少なくとも 1 回において、1 つの粉体層の前記バインダーを吐出する領域のうち、異なる部分にそれぞれ異なる向きの磁場をかけることを特徴とする請求項 3 記載の磁性体の製造方法。

20

【請求項 5】

複数回行われる励磁工程の少なくとも 1 回において、他の励磁工程とは異なる向きの磁場をかけることを特徴とする請求項 3 または 4 のいずれかに記載の磁性体の製造方法。

【請求項 6】

複数回行われる粉体層形成工程の少なくとも 1 回において、他の粉体層形成工程とは異なる磁性材料を用いて粉体層を形成することを特徴とする請求項 2 ないし 5 のいずれかに記載の磁性体の製造方法。

【請求項 7】

底面を有し、粉体を収容可能な層形成領域と、
前記底面上に粉体状の材料からなる粉体層を形成する粉体層形成手段と、
前記粉体層に対して、バインダーを含む液滴を吐出するバインダー吐出手段と、を備えてなることを特徴とする構造物の製造装置。

30

【請求項 8】

前記粉体層に対して磁場をかける励磁手段と、をさらに有することを特徴とする請求項 7 に記載の構造物の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

40

本発明は、断面積層立体製造法を用いて構造物を製造する方法、とくに磁石を製造する場合に好適な方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

構造物の一例として、従来の磁石（磁性体）の製造方法があり、磁性材料の粉体と、バインダーとしての樹脂とを混練したものを粒体化してなる複合粒体を、所定形状の金型内に入れ、前記磁性材料が磁気異方性を有する場合には複合粒体の磁性方向を揃えるために磁場をかけた後、加圧成型および焼成を行って前駆体を得、該前駆体を磁化して磁石を製造する方法がある。

または、磁性材料と、熱可塑性樹脂からなるバインダーとの混合物を射出成型することに

50

よって前記前駆体を形成する方法もある。

【0003】

しかしながら、従来の方法では、金型を用いて成型するので、複雑な凹凸を有する形状の磁石は製造が難しいという問題、一般に磁性材料は硬脆性材料であるため、成型後に切削加工や研磨加工で凹凸を形成することも難しいという問題、および磁気異方性を有する磁性材料を用いる場合、成型前に磁場をかけても複合粒体レベルでの磁性方向が揃うに過ぎず、複合粒体を構成している磁性材料の粉体粒子のレベルで磁性方向を揃えることはできないので、十分な磁場指向性が得られないといった問題があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、金型を使用せずに、例えば磁性体等の複雑な形状の構造物を製造することができる構造物の製造方法および製造装置を提供することにある。また、本発明の他の課題は、磁気異方性を有する磁性材料を用いて、磁場指向性に優れた磁性体を製造することができる磁性体の製造方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明は前記課題の少なくとも1つを解決するもので、本発明の構造物の製造方法は、粉体状の構成材料からなる粉体層を形成する粉体層形成工程と、前記粉体層に対して、バインダーを含む液滴を吐出するバインダー吐出工程と、前記液滴が吐出された前記粉体層を順次積層形成して、所定の形状を有する構造物を形成する構造物形成工程と、を有する

ことを特徴とする。

また、本発明の磁性体の製造方法は、粉体状の磁性材料からなる粉体層を形成する粉体層形成工程と、前記粉体層に対して、バインダーを含む液滴を吐出するバインダー吐出工程と、前記粉体層を順次積層して、磁性体の前駆体を形成する前駆体形成工程と、前記前駆体に磁場をかけて磁化する磁化工程と、を有することを特徴とする。

【0006】

本発明によれば、粉体層にバインダーを含む液滴を吐出した層を順次積層することによって立体形状を形成するので、金型が不要であり、複雑な凹凸を有する形状の構造物も、切削加工や研磨加工を行わずに、容易に製造することができる。

また、同様の方法で複雑な凹凸を有する形状の磁性体を容易に製造することができるとともに、成型前に、磁性材料の粉体とバインダーとを予め混練したものを材料として用いていた従来法に比べて、使用するバインダーの特性に関する制約が緩和されるので、バインダーとして用いる材料の選択範囲が広がる。

【0007】

前記磁性材料が磁気異方性を有する場合、前記粉体層形成工程の後、前記バインダー吐出工程の前に、前記粉体層に対して磁場をかける励磁工程を有し、前記前駆体形成工程においては、前記粉体層形成工程、前記励磁工程および前記バインダー吐出工程を複数回繰り返すことが好ましい。

【0008】

かかる方法によれば、バインダーと接触する前の粉体層に対して磁場をかけて磁性材料の粉体粒子のレベルで磁性方向を揃えることができるので、これにより磁石の磁場指向性を向上させることができる。

【0009】

複数回行われる励磁工程の少なくとも1回において、1つの粉体層の前記バインダーを吐出する領域のうち、異なる部分にそれぞれ異なる向きの磁場をかけてもよい。

複数回行われる励磁工程の少なくとも1回において、他の回の励磁工程とは異なる向きの磁場をかけてもよい。

かかる方法によれば、磁石の内部に、磁場指向性が互いに異なる複数の領域を形成することができるので、複雑な磁場特性を有する磁石を製造することができる。

【0010】

10

20

30

40

50

複数回行われる粉体層形成工程の少なくとも１回において、他の回の粉体層形成工程とは異なる磁性材料を用いて粉体層を形成してもよい。

かかる方法によれば、互いに異なる磁性材料からなる複数の層で構成された、複雑な層構造を有する磁石を製造することができる。

【００１１】

本発明の磁石の製造装置は、底面を有し、粉体を収容可能な層形成領域と、前記底面上に粉体状の材料からなる粉体層を形成する粉体層形成手段と、前記粉体層に対して、バインダーを含む液滴を吐出するバインダー吐出手段と、を備えていることを特徴とする。

【００１２】

本発明の装置によれば、粉体層にバインダーを含む液滴を吐出して形成される層を順次積層する手法で、構造体の立体形状を形成することができるので、金型が不要であり、複雑な凹凸を有する形状の構造体も、切削加工や研磨加工を行わずに、容易に製造することができる。

また、構造物が磁性体である場合には、前記粉体層に対して磁場をかける励磁手段を、さらに設けることが好ましい。

【００１３】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について図面を参照して説明する。ここでは、製造される所定形状の構造物の一例として、磁性体の一つである磁石の製造装置およびその方法について示す。

（製造装置）

図１は本発明に係る磁石の製造装置の一実施形態を示したものである。

図中符号１は、粉体を収容可能な凹部（層形成領域）１ａを備えた基台１である。基台１の表面１ｃは水平面となっており、この面に平行で互いに直交する方向をＸ方向およびＹ方向、基台１の厚さ方向、すなわち凹部１ａの深さ方向をＺ方向とする。凹部１ａの底面１ｂは水平な平面であり、該底面１ｂは垂直方向（Ｚ方向）に進退可能に構成されている。図中符号７は、凹部１ａの底面１ｂを進退させるための駆動手段であり、例えばボールネジ、リニアモータ、エアシリンダなどで構成される。

基台１の上方には粉体を貯留する粉体貯留槽２が設けられており、この粉体貯留槽２から所定量の粉体が、基台１の凹部１ａ内に供給されるように構成されている。また、基台１の表面に接触しながらＸ方向およびＹ方向に移動可能なブレード３が設けられており、このブレード３を移動させることにより、凹部１ａ内に供給された粉体層の表面を基台１の表面と面一に均すことができるように構成されている。本実施形態において粉体層形成手段は、粉体貯留槽２とブレード３とからなる。

【００１４】

また、基台１の上方には、液滴を吐出する複数のノズルを備えたヘッド（吐出手段）４が、Ｘ方向およびＹ方向に移動可能に設けられている。ヘッド４のノズルは、ヘッド４の下面に設けられており、これらのノズルから、基台１の凹部１ａ内の粉体層に対して、バインダーを含む液滴が吐出されるように構成されている。ヘッド４の構成は、既知のインクジェット装置における液滴吐出ヘッドの構成を用いることができる。

図中符号８ａ、８ｂは、ヘッド４を移動させるための駆動手段であり、例えばボールネジ、リニアモータ、エアシリンダなどで構成される。

またヒータ５は、必要に応じて基台１の凹部１ａ内の粉体層を加熱することによって、該粉体層に付与された液滴に含まれる溶媒の蒸発及び乾燥を行うことができるように構成されている。

【００１５】

基台１の外側には、基台１の凹部１ａを挟んで対向する一対の磁場発生装置（励磁手段）６、６が設けられている。磁場発生装置６、６は、その一方から他方に向かう方向の磁場を発生させることができるもので、例えば電磁コイル等が用いられる。

10

20

30

40

50

凹部 1 の底面 1 b の進退、粉体貯留槽 2 から基台 1 の凹部 1 a 内への粉体の供給、ブレード 3 の移動、ヘッド 4 の移動と液滴の吐出、ヒータ 5 のオン／オフ、および磁場発生装置 6、6 のオン／オフは制御装置（図示せず）によって制御されるように構成されている。

【0016】

（製造方法）

次に、本発明に係る磁石の製造方法について説明する。

本発明で用いられる磁性材料は、磁場をかけることにより磁化されて磁石となり得る材料であればよく、磁石の構成材料として周知の各種磁性材料を用いることができる。好ましくは、鉄属遷移金属と希土類金属の化合物が好ましく、具体的には、Nd-Fe-B（ネオジム-鉄-ホウ素）化合物、Sm-Co（サマリウム-コバルト）化合物、Sm-Fe-N（サマリウム-鉄-窒素）化合物等が好ましい。

10

磁性材料は粉体の形態で用いられる。磁性材料の粉体の粒径は特に限定されないが、後述する粉体層形成工程での取り扱い性や流動性が良好で、かつ、薄い層状に敷き詰めた場合の粉体密度が高い方が好ましいので、平均粒径を数 μm ～数十 μm 程度とするのが好ましい。

磁性材料は磁気異方性を有するものでもよく、磁気等方性を示すものでもよい。本明細書において磁気異方性を有する磁性材料とは、磁化容易軸の方向だけに磁化される性質を持ち、成形時に磁界によって方向を揃えること（配向）で、より強力な磁石を作ることが出来る磁性材料であり、例えば Sm-Co（サマリウム-コバルト）化合物等である。また磁気等方性を有する磁性材料とは、どの方向からも等しく磁化される性質を持っている磁性材料であり、例えば Nd-Fe-B（ネオジム-鉄-ホウ素）化合物等である。

20

【0017】

本発明で用いられるバインダーは、粉体状の磁性材料と結合して、磁石としての使用に耐えうる程度の硬度を有する立体を形成できるもので、かつ磁石製造装置の吐出手段から、液滴として吐出できる液状に調製可能なものであればよく、特に限定されない。例えばエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂、ナイロン樹脂等の熱可塑性樹脂、合成ゴム等のエラストマー、ポリイミド系樹脂等の耐熱性樹脂、紫外線硬化型樹脂等を用いることができる。

バインダーは、必要に応じて溶剤と混合して用いられる。溶剤は、特に限定されず、周知の溶剤の中から、使用するバインダーとの相溶性が良好なものを選択して用いることができる。溶剤の具体例としてはエタノール・n-プロピルアルコール・i-プロピルアルコール・n-ブタノール・セルソルブ等のアルコール類、アセトン・メチルエチルケトン・シクロヘキサノン等のケトン類、シクロヘキサン・ヘキサン・ヘプタン・オクタン・ミネラルスピリッツ・ベンゼン・トルエン・キシレン等の炭化水素化合物等が挙げられる。

30

【0018】

次に、図 1 に示す構成の製造装置を用いて磁石を製造する方法の一実施形態について説明する。

図 2 は、粉体層形成工程および励磁工程を説明する図で、(a) は斜視図、(b) は (a) 中の B-B 線に沿う断面を模式的に示した図である。図中符号 11 は粉体層、11a は磁性材料の粉体（以下、磁性粉末ということもある）を示す。本実施形態では、磁性材料として磁気異方性を有する材料を用いる場合を例に挙げて説明する。

40

【0019】

（粉体層形成工程）

予め、コンピュータにより、得ようとする磁石の立体形状を互いに平行な切断面で複数の層に分割したときに得られる各分割体の形状をデータ化しておく。本実施形態では、前記切断面を X-Y 平面に設定し、該切断面に対して垂直な方向を Z 方向と設定する。また各分割体の Z 方向の厚さ（切断面間の距離）を d とする。分割体の厚さ d は、粉体層 11 の一層分の厚さに相当するもので、分割体の厚さ d が小さいほど磁石のより複雑な形状に対応できるが、製造時間が増加する。分割体の厚さ d は、磁性粉末 11a の粒径以上であればよいが、粉体層 11 の厚さ d が大きすぎると粉体層 11 に対してバインダーを吐出したときに、バインダーと粉体との接触が不均一になって粉体の結合が不十分になるおそれが

50

あるので、このような不都合が生じない範囲で設定することが好ましい。

なお、1個の磁石を構成する複数の分割体は、その厚さdが全部等しくなくてもよく、例えば、磁石の立体形状が単純な部分では、立体形状が複雑な部分よりも、分割体の厚さdを大きく設定することができる。

【0020】

まず、磁石を構成する複数の分割体のうち、Z方向において一番下側となる分割体を形成するための粉体層11を形成する。

すなわち、図2に示すように、粉体貯留槽2に貯留されている磁性粉末11aを基台1の凹部1a内に供給した後、ブレード3で磁性粉体11aの表面を基台1の表面1cと面一に均すことにより粉体層11を形成する。このとき、凹部1aの底面1bを、基台1の表面から底面1bまでの深さが前記分割体の厚さdとなるように位置決めする。これにより、凹部1a内に、その深さに等しい厚さdの粉体層11が形成される。

【0021】

(励磁工程)

次に、本実施形態では、磁性粉末11aが磁気異方性を有するので、粉体層11に対して磁場をかけて磁性粉末11aの向きを揃える。

具体的には、基台1の凹部1aの両側に設けられた一対の磁場発生装置6、6を作動させて、該磁場発生装置6、6の一方から他方に向かう方向の外部磁場を発生させる。これにより、粉体層11を構成している個々の磁性粉末11aは、磁化容易軸方向が外部磁場の方向に平行となるように、その向きを変える。図中、矢印は外部磁場の向きおよび磁性粉末11aにおける磁化容易軸方向を示している。

この励磁工程で粉体層11にかかる外部磁場の強さは、弱すぎると粉体を指向させうるに十分なエネルギーを発生できず、強すぎると粉体そのものを磁場方向に飛散させてしまうので、磁性粉末の粒度や磁場発生装置の配置距離などに応じて適度に調節することが望ましい。

【0022】

(バインダー吐出工程)

次に、図3に示すように、粉体層11に対して、ヘッド4のノズルから、バインダーを含む液滴を吐出する。バインダーを含む液滴の吐出は周知のインクジェット方式の手法により行うことができる。

このとき、ヘッド4の移動と液滴の吐出の制御は、磁石の一番下側となる分割体21の形状のデータに基づいて行い、粉体層11のうち、磁石の一番下側となる分割体21に対応する領域(図中斜線で示す)にバインダーを含む液滴を吐出する。

バインダーを含む液滴の粘度や表面張力等の物性は、粉体層11に対して吐出された位置において、磁性粉末11aの表面を濡らすことができるとともに、吐出された粉体層11よりも下層には流動し難いように調整することが好ましい。さらに、必要であれば粉体層11に対して液滴を吐出した後、ヒータ5により粉体層11を加熱して、粉体層11に吐出された液滴に含まれる溶剤を蒸発させたり、液滴を乾燥させてもよい。

これにより、粉体層11のうち、バインダーを含む液滴が吐出された領域においては、磁性粉末11aとバインダーが結合、一体化され、磁石の一番下側の分割体21が形成される。

【0023】

(前駆体形成工程)

図4は、前駆体形成工程を説明する模式断面図である。この図は下から4層目までの分割体21、22、23、24を形成した状態を示している。

前述のようにして磁石の一番下側の分割体21を形成した後、下から2層目の分割体22を形成する。すなわち、前記一番下側の分割体21を形成した後、基台1の凹部の底面1bをZ方向下方に距離dだけ移動させて、基台1の表面1cから、一番下側の分割体21を含む粉体層11の表面までの深さをdとする。そして、前記粉体層形成工程と同様に、凹部1a内に磁性粉末11aを供給した後、ブレード3で表面を均して2層目の粉体層

10

20

30

40

50

22を形成し、この2層目の粉体層22に対して、前記励磁工程と同様にして外部磁場をかけて磁性粉末の向きを揃える。この後、前記バインダー吐出工程と同様にして、下から2層目となる分割体22の形状のデータに基づいて、2層目の粉体層22の所定領域に対して液滴を吐出し、必要に応じて溶媒の除去、乾燥を行うことにより、一番下側の分割体21の上に、下から2層目の分割体22を形成する。

続いて、同様にして、基台1の凹部の底面1bの移動、3層目の粉体層13の形成、該3層目の粉体層に対する励磁工程およびバインダー吐出工程を行って、下から2層目の分割体22上に、下から3層目の分割体23を形成する、という一連の工程を繰り返すことにより、分割体を下層から順に積層形成する。

そして、一番上層の分割体まで形成し終わったら、各分割体中のバインダーを硬化させて全部の分割体を一体化し、基台1の凹部1a内の磁性粉末11aの中から全層の分割体が一体化された立体、すなわち磁石の前駆体を取り出す。

【0024】

(磁化工程)

さらに、得られた前駆体に磁場をかけて該前駆体を磁化することによって、磁石が得られる。

【0025】

本実施形態によれば、金型を使用せずに、また成型後の切削加工や研磨加工を行わずに、凹凸を有する形状の磁石を容易に製造することができる。

また、従来法では、磁性材料の粉体とバインダーとを予め混練した複合粒子を粉体圧縮成型に用いたり、射出成型に用いたりしていたので、バインダーとしては前記複合粒子の状態で取り扱う工程では硬化せず、成型後に硬化できる熱硬化性樹脂などを用いる必要があったが、本実施形態では、予め磁性粉末とバインダーを混合しておく必要が無いので、バインダーは液滴として吐出可能なものであればよく、従来法に比べて、バインダーとして用いる材料の選択範囲が拡大される。

さらに、磁気異方性を有する磁性材料に対して、磁性粉末11aが流動可能な状態で外部磁場をかけた後にバインダーと接触させるので、個々の磁性粉末11aの磁化容易軸方向を揃えた状態で固定することができ、磁場指向性に優れた磁石を得ることができる。

【0026】

なお、上記の実施形態では、磁石を構成する全層の分割体を積層形成し終わってから、バインダーを硬化させて前駆体を得たが、バインダーとして紫外線硬化型樹脂を用いる場合には、1層分の分割体を形成する毎に紫外線を照射してバインダーを硬化させる必要がある。

この場合には、1層毎に、磁性粉末の磁化容易軸方向が揃った状態で確実に固定されるので、磁石の磁場指向性を向上させるうえで特に有効である。

【0027】

また、上記の実施形態では、磁気異方性を有する磁性材料を用いたが、磁気等方性を有する磁性材料を用いても同様にして磁石を形成することができる。ただし、磁性材料が磁気等方性を有する場合には、前記励磁工程は行う必要がなく、製造装置における磁場発生装置6、6は使用しなくてよい。

【0028】

また、磁石を構成する個々の磁性粉末の磁化容易軸方向が、全部の磁性粉末について一様に揃っていなくてもよい。

例えば、複数回行われる励磁工程のうち、任意の回の励磁工程において粉体層にかける磁場の向きを、その前回の励磁工程とは異なる向きとすれば、磁石を構成する分割体の界面を境界として、該境界の上層と下層とで磁性粉末の磁化容易軸方向が異なる磁石を製造することができる。

または、例えば、複数回行われる励磁工程のうち、任意の回の励磁工程において、粉体層の一部にはX方向の磁場をかけ、その他の部分にはZ方向の磁場をかけるなど、1層分の粉体層の中でも部分毎に磁場の向きを変えることによって、1つの分割体の中の異なる部

10

20

30

40

50

分で、磁性粉末の磁化容易軸方向が異なっている分割体を含む磁石を製造することができる。

【0029】

また、磁石を構成する複数の分割体が、全部同じ磁性粉末からなっていなくてもよい。例えば、複数回行われる粉体層形成工程のうち、任意の回の粉体層形成工程において、その前回の粉体層形成工程とは異なる組成の磁性粉末を用いてもよく、これにより、磁石を構成する分割体の界面を境界として、該境界の上層と下層とで磁性粉末の組成が異なる磁石を製造することができる。

なお、本実施例では、粉体磁石を用いて磁石の製造をする例を示したが、本発明はこれに限定されず、励磁の必要がなければ、例えば金属粉末を用いて金属構造物を製造する工程や、あるいは、プラスチック樹脂による構造物を製造する場合にも適用が可能である。

10

【0030】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明によれば、金型を使用せずに、複雑な形状の構造物を製造することができる。また、とくに磁石製造の場合においては、磁気異方性を有する磁性材料を用いて、磁場指向性に優れた磁石を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁石の製造装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】本発明の磁石の製造方法の一実施形態における粉体層形成工程および励磁工程を示すもので、(a)は斜視図、(b)は(a)中のB-B線に沿う模式断面図である。

20

【図3】本発明の磁石の製造方法の一実施形態におけるバインダー吐出工程を示すもので、(a)は斜視図、(b)は(a)中のB-B線に沿う模式断面図である。

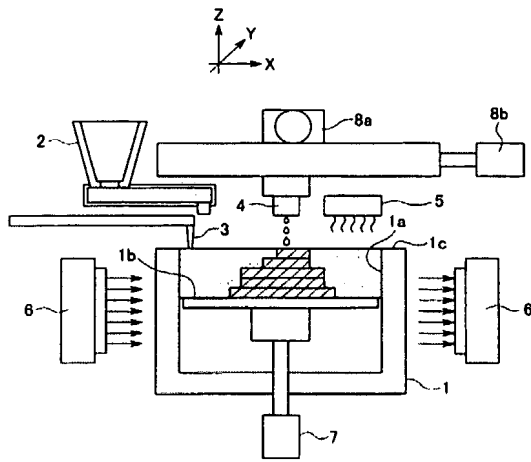
【図4】本発明の磁石の製造方法の一実施形態における前駆体形成工程を示す模式断面図である。

【符号の説明】

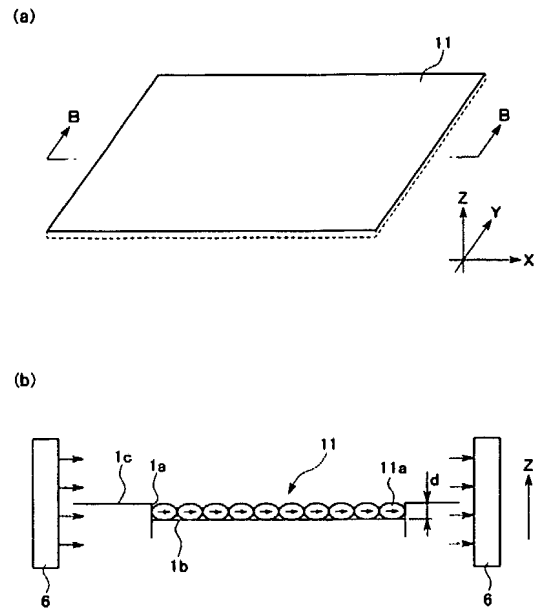
- 1 基台
- 1 a 凹部（層形成領域）
- 1 b 底面
- 4 ヘッド（吐出手段）
- 6 磁場発生手段（励磁手段）
- 11, 12, 13, 14 粉体層
- 11 a 磁性粉末（粉体状の磁性材料）
- 21, 22, 23, 24 分割体

30

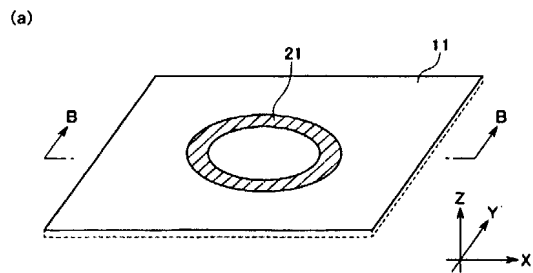
【図 1】



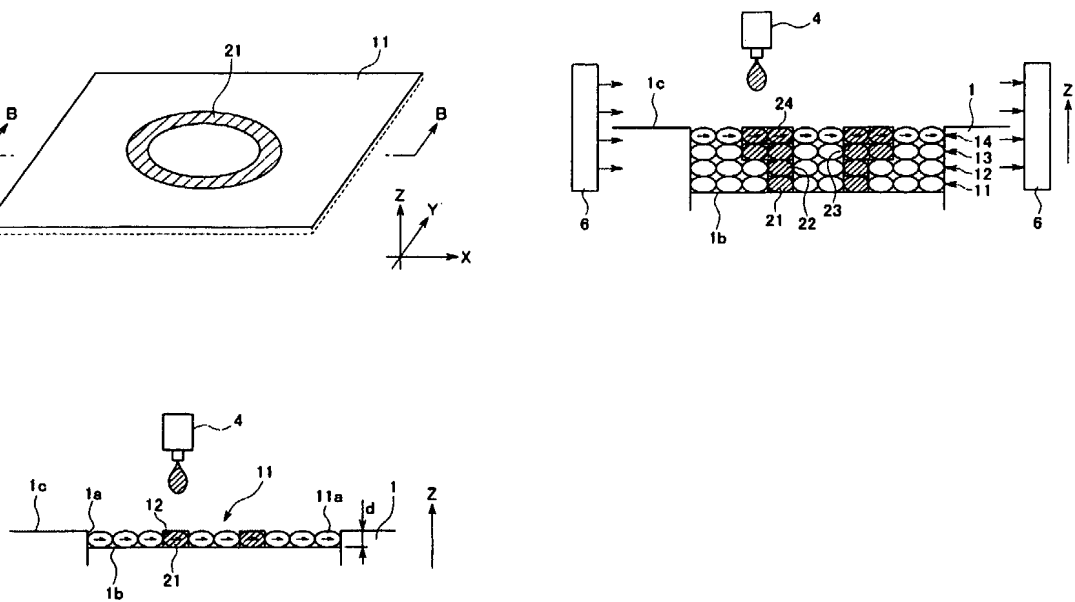
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き(51)Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 F 1/04

H

H 0 1 F 1/04

B

F ターム(参考) 5E040 AA04 AA06 BB03 CA01 HB06 HB17
5E062 CC05 CD05 CE02 CF02 CF05